成矿预测方法通则系列丛书

遥感找矿预测方法

楼性满 葛梅军 著

地质出版社

ISBN 7-116-01647-3
P·1332 定价:7.20元

成矿预测方法通则系列丛书

遥感找矿预测方法

楼性满　葛榜军　著

地质出版社

·北　京·

（京）新登字085号

内 容 简 介

本书的核心内容是介绍一种遥感找矿新方法——遥感矿田构造模型法，并系统地总结全国不同岩区（九个地区）的线性、环形构造影像模式化识别标志。提出识别断裂构造的10种模式标志、识别环形构造隐伏岩体及蚀变带的成因模式，并建立找内生金属矿床的色、线、环组合标志——遥感矿田构造模型。10种模式是菱环式、格状式、三角式、中心式、串珠式、环形式、条带式、挠曲式、环旋式、帚状式等。书中收集了大量极为典型的遥感矿田实例资料；所建立的找矿模型已得到广泛地应用，并收到良好的找矿效果；另外，还总结了遥感色异常与成矿蚀变作用的相关性。本书图文并茂、内容丰富、有很强的示范性和实用性；在学术上、技术上都有创新。本书介绍的方法适合地学系统区测填图、普查找矿、中大比例尺成矿预测、成矿规律研究等；可在大专院校、科研机构及各省地矿局所属地质队推广应用。

图书在版编目（CIP）数据

遥感找矿预测方法/楼性湧，葛榜军著.—北京：地质出版社，1994.7
（成矿预测方法通则系列丛书）
ISBN 7-116-01647-3

Ⅰ.遥… Ⅱ.①楼…②葛… Ⅲ.地质遥感-矿产资源-预测技术 Ⅳ.P627

中国版本图书馆CIP数据核字（94）第03486号

地质出版社出版发行
（100013 北京和平里七区十楼）
责任编辑：杨友爱
*
北京地质印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销
开本：787×1092 1/16 印张：6.25 字数：150000
1994年7月北京第一版·1994年7月北京第一次印刷
印数：1—2000册 定价：7.20元
ISBN 7-116-01647-3
P·1332

《成矿预测方法通则系列丛书》

顾　问：黄崇轲

主　编：朱裕生

参加编写的人员有：朱裕生、楼性满、丁鹏飞、王全明、金丕兴、李纯杰、曾昭健、叶锦华、梅燕荣、黎世美等19人

已经和将要出版的有：

成矿地质背景分析

成矿预测方法

△遥感找矿预测方法

金矿找矿预测方法

△已出版

出 版 说 明

《遥感找矿预测方法》系成矿预测方法通则系列丛书中的第三本方法技术类书籍。自80年代来，我国的地质找矿工作由地表矿的普查转为隐、盲矿和难识别矿床的寻找，其难度越来越大。在这种情况下需要加强普查前期工作，应用地质、物探、化探和遥感图像资料和相应的技术方法识别成矿信息，预测和推断隐、盲矿床的空间位置，判断难识别矿床，提出有效的普查基地，提高找矿效益，实现地质找矿的重大突破。当前遥感图像方法在减小地质找矿的难度方面会起到很好的作用。数年来的实践证明，这一方法是有效的，其成本是不大的，但在技术方法方面，存在不少难点，尤其在基层地质队存在一定程度的困难。基于上述情况，地矿部直管局责成中国地质科学院成矿远景区划室编写“成矿预测方法通则”系列丛书，《遥感找矿预测方法》是这套丛书的第三册。由于野外找矿第一线的同志急需应用，区划室决定首先出版。其它几册，区划室正在编辑，很快就能与读者见面，供有关方面，特别是找矿第一线和从事成矿预测的同志参考使用。

中国地质科学院成矿远景区划室

朱 裕 生

1994.6

目　录

前　言
第一章　遥感地质解译背景……2
一、国内外遥感地质研究及应用现状……2
二、遥感地质发展趋势和存在问题……4
三、遥感图像的国土覆盖率及地质可解程度的概略区划……4
第二章　遥感在成矿预测中地质解译技术的特点、内容和工作程序……8
一、遥感图像特点……8
二、矿物、岩石的波谱特征及地质应用意义……17
三、遥感地质特点……20
四、1:5万区调及中大比例尺成矿预测中遥感解译内容及程序……20
五、解译标志的建立和分类……21
第三章　不同地质（岩区）条件下遥感断裂构造特征判别……26
一、线性因素的涵义……26
二、断裂构造的识别标志……26
三、断裂构造的增强处理……32
四、遥感解译断裂构造可信度分析……34
五、断裂构造的时空特征……38
六、不同岩区断裂构造的特征……41
七、断裂构造的规模分级探讨……44
八、断裂构造与矿产的关系……44
第四章　不同地质（岩区）条件下环形构造特征判别及成因分析……48
一、环形构造的涵义……48
二、环形构造判别标志……48
三、环形构造特征判别及成因分析……49
四、环形构造与矿产的关系……61
第五章　遥感在中大比例尺成矿预测中的作用……66
一、遥感成矿预测的特点……66
二、遥感在成矿预测中的作用……66
三、遥感成矿预测工作准则……68
四、遥感成矿预测方法……70
五、大比例尺成矿预测实例……76
六、遥感找矿实例……82
第六章　1:5万遥感地质解译图的编制……89
一、遥感图像选择……89
二、编图内容及要求……89
结束语……93
参考文献……93

前　言

在大比例尺成矿预测中，主要任务是寻找矿田、矿床。在当前现实情况下，地表矿化露头已越来越少，寻找新的矿产基地的难度越来越大。矿产资源的需求量增大，迫使广大地质工作者将找矿重点转移到不易识别的新类型矿种和深部隐伏矿。多年来的经验告诉我们，要实现这一目标，必须以现代成矿理论为指导，运用遥感、物探、化探等综合手段，加强区域性控矿因素的基础研究。编制小比例尺到大比例尺的成矿预测系列图，是高水平、高质量完成成矿预测工作的唯一途径。

在成矿预测中，国外许多工业发达国家大量采用遥感技术方法，它是查明矿产形成机制最直接有效的方法之一。即通过对各类遥感图像的目视解译和计算机处理、提取与成矿相关信息、并与物化探、地质资料综合分析，圈定成矿远景区，并且实践证明它是成功的方法。

近年来地质矿产部门已把遥感找矿方法应用于大比例尺成矿预测，并已获得很大成功。地矿部把这一方法列为“七五”重点攻关项目来研究，经过五年多在全国不同岩区成矿区带的研究已取得突破性进展。现已找到一种遥感直接找矿田构造的新方法，即使用航天航空遥感技术取得的航卫片图像，直接识别内生金属矿田构造的方法，已获得成功。这种方法来自遥感理论和地质实践，是在对全国十多个成矿带、百余个典型矿田的遥感图像分析对比中总结出来的，经二十多个省区的找矿实践证明是行之有效的。

遥感找矿是以电磁波理论为基础的。任何一个内生金属矿床，都是成矿岩体，成矿热液作用于成矿围岩及在特定的物理、化学因素作用和导矿构造的控制下，成矿物质储集于较为封闭的并在一定的几何空间内形成的。含矿物质、导矿和容矿构造与成矿元素的运移和沉积是成矿的重要条件，由此而形成的地球化学晕和地球物理异常场是成矿过程中的必然产物，具有较强的光谱敏感性，在遥感图像上以色、线、环的组合形式显示出遥感异常来。

遥感找矿就是充分发挥遥感图像宏观真实的特点，在大面积内寻找矿化集中区，将图像上的色、线、环与矿田构造的基本要素（成矿岩体、控矿断裂、围岩蚀变）相结合，建立遥感矿田构造模式。应用这种找矿模式标志，可直接在航卫片上识别矿田构造，预测新的矿产地。

识别矿田构造的基础是详细准确的地质解译，只有了解各类图像的特点、地质规律，掌握了从遥感图像众多信息中提取出地质内容的方法和技术，成矿预测才有可能进行。基于这一目的，作者根据“七五”期间的研究成果结合遥感地质应用现状编写了此书，以期在新一轮的地质矿产普查、中大比例尺成矿预测中起到指导作用。

为了印刷上的方便，将书中的彩色遥感图像，印制成黑白图像，但书中的说明仍按彩色图像说明，请读者在阅读时加以注意。书中插图由褚明芬、楼秀楠同志清绘，在此表示感谢。

由于作者水平和时间所限，文中不妥之处敬请读者指正。

第一章　遥感地质解译背景

一、国内外遥感地质研究及应用现状

（一）国外遥感地质研究及应用现状

1．基础地质方面

前苏联在线性、环形构造地质解译方法研究方面具有世界先进水平。在1981年出版的1:250万全苏航天地质图内容丰富，研究水平较高，对一些地质问题做出了有意义的结论。与此同时，还出版了1:50万线性、环形构造航天地质图，对线性、环形构造的分布、性质、特征及成因进行了研究。在1:5万区调中，前苏联将遥感解译工作做为一个重要的组成部分。美国和一些西欧国家在线性体自动提取及线性体性质分析、图像处理等方面均占领先地位。在岩性识别方面，美国加利福尼亚大学RobertE.Crippen（Crippen,1987）运用TM波段比值的交叉回归方法来调整图像数据结构，较好地提高了图像的岩性识别能力。英国的W.P.Loughlin(Loughlin，1985）对机载TM数字图像研究认为，机载TM多光谱波段彩色合成图像的不同组合可以有效地识别岩性、地层和蚀变带。西欧一些国家在微波雷达及激光遥感岩性识别方面进行了实验研究，取得了较好的效果。总的来看，遥感数字图像处理在岩性识别和分类方面，已进入可实际应用阶段，对于蚀变岩的识别及提取方法正在进一步的深入研究中。

2．矿产地质方面

目前，美国、法国、原苏联等国在这一领域有较大进展，主要是利用航天遥感资料（MSS.TM等）进行计算机图像处理并结合地球物理及地质资料进行矿产预测。SPOT卫星资料的应用已进入商品化阶段。

美国J.D.Herman(1982）等应用陆地卫星MSS比值图像，在爱达荷州用5/4比值图像圈出了已氧化的热液蚀变带。美国陆地卫星公司埃弗莱特（J.R.Eevertt)❶等人应用MSS图像在田纳西州和肯塔基州铅锌矿区进行的地质工作，解译出了大量线性影像和环形异常，经钻探证实，环形影像与铅锌矿化密切相关，并且发现了四个围绕已知主矿体的卫星矿体和三个独立矿体。在西班牙东南部罗德阿基拉金矿运用TM图像进行的矿产研究工作，识别出了火山杂岩中的热液蚀变区，提出了火山岩区遥感图像的最优处理方案❷。前苏联在贝辰加Cu、Ni矿带应用航空航天像片解译资料结合地球化学资料对构造裂隙进行了分析，认为不同级别断裂的最大密度决定了矿田的位置，无矿区与含矿区的构造格局是不同的，并由此来评定新的地段的找矿远景。南澳奥林匹克坝Cu-Au-U矿床的发现是遥感用于地质找矿的一成功案例，通过对大型线性体分析并结合重磁资料确定出的“特提

---

❶ 赴美遥感技术考察报告，中国遥感代表团，1980．4

❷ 西班牙东南部金矿勘查运用主题填图器填绘热液蚀变带《国外遥感地质通讯》，8702

斯扭曲"(构造扰动带)，经勘探证实为大型Cu矿并伴有U、Au矿❶。

（二）国内遥感地质研究及应用现状

1．基础地质方面

国内遥感地质工作虽然起步较晚，但发展迅速，特别是近十年来遥感在地质中的应用取得了很大进展。地质科学院于1981年出版了 1:600 万全国陆地线性构造图和说明书，划分出74个巨型和89个大型线性构造带，并判别了断裂的力学性质，同时解译出 166 个直径约20km以上的环形构造。所提供的资料和见解对全国地质构造提出了重要的补充和修正。青海地矿局于1988年编制了全省 1:150 万航卫片解译活动构造图，对省内活动构造解译标志、主要活动断裂的影像特征、最新构造运动的表现形式及地震地质特征作了较充分的论述❷。新疆地矿局编制了西准噶尔界山区1:50万线性构造与内生矿产分布图，划分出了2800余条线性构造，解译出26个环形构造，并研究了它们的力学性质及空间展布特征❸。在全国（除西部外）已完成遥感1:50万构造解译。

在1:5万区调中遥感正日益发挥出其优势，甘肃地矿局在红山幅1:5万区调中应用彩色航片，结合常规区调方法，较好地完成了任务。不仅速度快，而且质量高，经济效益显著，较常规投资减少1/2❹。河南地矿厅在鸣皋幅1:5万区调中，采用彩红外航片及卫星图像处理资料，不仅快速完成了任务，而且节省了投资，提高了填图质量和地质、矿产的研究程度。地矿部"七五"科技攻关课题"1:5万区调中遥感方法技术研究"，在总结了大量实际工作的基础上，提出了在1:5万区调中岩性识别、断裂及环形构造解译标志等方法和准则，使遥感地质解译逐步趋向科学化和标准化❺❻。冶金、有色、石油等部门也做了大量的工作。

在计算机遥感图像处理及岩性自动分类，线性体自动提取等方面的研究都已取得了一定的成果，对遥感地质工作将起到推动作用。

2．矿产地质方面

基于找矿目的，有关系统地质（遥感地质）单位在全国不同地区做了大量的应用和研究工作，取得了丰硕成果。王学佑在太行山中段应用MSS和 TM 图像进行成矿预测工作中发现了30余处含金硅化石英脉或构造破碎，蚀变矿化点、带，提出了岩金（银）成矿的12个特征和9 大成矿要素❼，冶金部天津地质研究院在甘肃北山地区用 TM 图像进行了金矿找矿靶区试验研究，根据遥感图像上的地层，岩体、构造、蚀变等信息结合已知金矿控矿条件及影像特征，圈出36个靶区❽。甘肃省地矿局在红山幅区调中，应用遥感找到了一个中型金银矿和一小型菱镁矿。地矿部遥感中心在对全国主要矿区影像特征研究的基础上，在实际工作中提出了多处找矿远景区，有的已被地质工作所证实，在理论上，提出了应用遥感找矿的十种模式化标志，为遥感找矿提供了新方法。

---

❶ 南澳州罗比当斯地区奥林匹克坝Cu-Au-U矿床发现时线性体构造分析的作用《国外遥感地质通讯》，8701

❷ 青海地矿局遥感站，编制1:150万青海省航卫片解译活动构造图，遥感地质动态 1989，7-18 期

❸ 编制新疆西准噶尔界山区1:50万线性构造与内生矿产分布图，出处同上

❹ 甘肃地矿局遥感站，1986，遥感技术在甘肃北山地区1:5万区调中的应用及效果

❺ 楼性满等，1989，不同岩区线性、环形构造影像特征判别及地质解译研究

❻ 薛重生等，1989，1:5万区调中根据遥感图像识别岩性的方法技术研究

❼ 王学佑等，遥感地质在太行山中段金（银）找矿预测中的应用 遥感地质动态，1989，7-18 期

❽ 阎积惠等，TM图像用于甘肃北山地质制图和圈定金矿靶区的试验研究成果，出处同上

二、遥感地质发展趋势和存在问题

（一）发展趋势

随着遥感技术的发展和数字图像处理方法及信息提取能力的提高，在地学应用中，必然将多平台、多时相的系列化图像与遥感数据库相结合，使地质解译标志标准化、模式化，使遥感解译达到自动化，由定性到定量，使遥感工作向规范化发展。在1:5万区调及大比例尺矿产预测中遥感将起到越来越重要的作用。

（二）存在问题

1．技术问题

由于没有规范要求，遥感地质解译方法不一致，解译结果也相差较大。在基层地质单位，遥感理论及实际工作经验较少，不能充分发挥遥感的优势。在这种情形下，急需建立遥感工作规范，培训遥感地质人员，提高遥感地质工作者的素质，以适应日新月异的遥感地质学的发展。

2．资料获取问题

目前，在全国都能获取到的遥感资料只有黑白航片和MSS卫星图像，远远不能满足遥感地质工作的需要。TM卫星资料虽然也有一定程度的覆盖，但数据处理、图像合成周期较长，影响到工作使用。因而，需要有关资料部门为用户提供便利条件，使用户及时得到满意的遥感图像。

遥感较高的资料费用也是影响遥感推广普及的一重要因素。

三、遥感图像的国土覆盖率及地质可解程度的概略区划

（一）遥感图像资料的国土覆盖率（表1—1）

1．航天遥感图像资料

·MSS图像：计4个波段，全国覆盖共537幅。

·TM图像：共有7个波段，北京地面接收站可接收我国85%的影像资料（新疆西部地区尚缺）。是当前地学应用的重要航天影像资料。

·SPOT卫星高分辨力可见光图像（尚少）。

·前苏联卫星图像资料：在我国西北部地区有覆盖。解像率较高。

·气象卫星图像资料：我国全部覆盖、但因其地面分辨率太低。对大比例尺成矿预测无价值。

·国土资源卫星图像资料：我国东部地面覆盖率约60%，比例尺1:20万。图像质量有好有坏不稳定。

2．航空遥感像片

·黑白航空像片，全国覆盖。为18×18cm的图幅像片。大部分为50年代到70年代摄制的。

·彩色和彩红外像片：在重点城市重点成矿区带，经济开发区已作过专项飞行共约250×10^4.km。图像为24×24cm宽幅像片，质量较好。

·航空多光谱扫描和热红外扫描图像：只在重点地区作过试验飞行。

·航空侧视雷达图像：在新疆、长江三峡、湖南等地作过试验性飞行。

目前应用以TM图像和航空黑白像片为主，重点区带可作彩色或彩红外像片专门飞行。但要提前提出申请要求。得到批准后，有关部门实施飞行，提供所需照片。

（二）遥感图像地质可解程度的概略区划

图1—1为使用美国陆地卫星MSS图像镶嵌而成的，真实反映了全国自然地理景观，图中土壤、植被、沙漠、河流等一目了然，基岩裸露程度和岩石主要类别清晰可辨，据此再和其它遥感、地质、地理资料可对中国全境遥感地质可解程度做一概略区划。

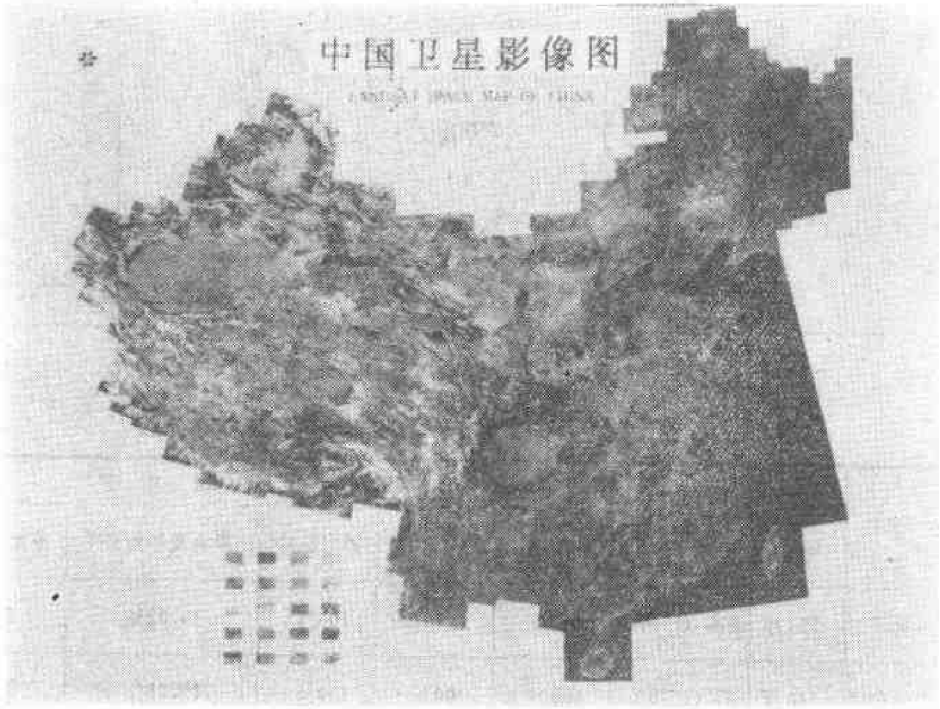

图 1—1　中国卫星影像图（中科院遥感应用研究所编）

本图是采用784幅美国陆地卫星图像镶嵌而成，反映了除南海诸岛以外的我国陆疆全貌，是中华大地自然面貌的真实缩影；本图气势磅礴，宏观展示了中国自然结构和人文环境的丰富信息，清晰地显示了锦绣山河的微细特征

表1—1列出了全国遥感影像地质可解程度的概略分区及各区的航、卫片覆盖。图1—2给出了全国遥感地质可解程度的概略区划、区划基本依据是：

裸露岩石面积及其所占全区面积百分比；植被及土壤覆盖程度；航空像片直接填图找矿能力；卫星图像的区域地质解译程度及其地质制图能力；区域地理景观要素，气候条件要素；工作条件难度等。依上述区划要素，将全国划分成5个一级区划单元的若干个二级单元（图1—2），各区分述如下：

Ⅰ．西北区：为干旱及半干旱气候区，裸露岩区约占70—80%，航卫片地质可解程度达一级，遥感图像直接反映的地质、矿化信息丰富，断裂划分、岩性识别、地层划分基本满足1:5万区调及地质找矿需要。

Ⅱ．华北华东区：为半干旱及温湿带气候区，裸露岩区面积在不同亚区差异较大，一般为30%—70%，其地质可解程度与岩石类型、地层分布、产状形态和地理景观密切相关，以一级和二级居多（见图1—2；2-1、2-2），严重覆盖区降为三—四级（见图1—2；

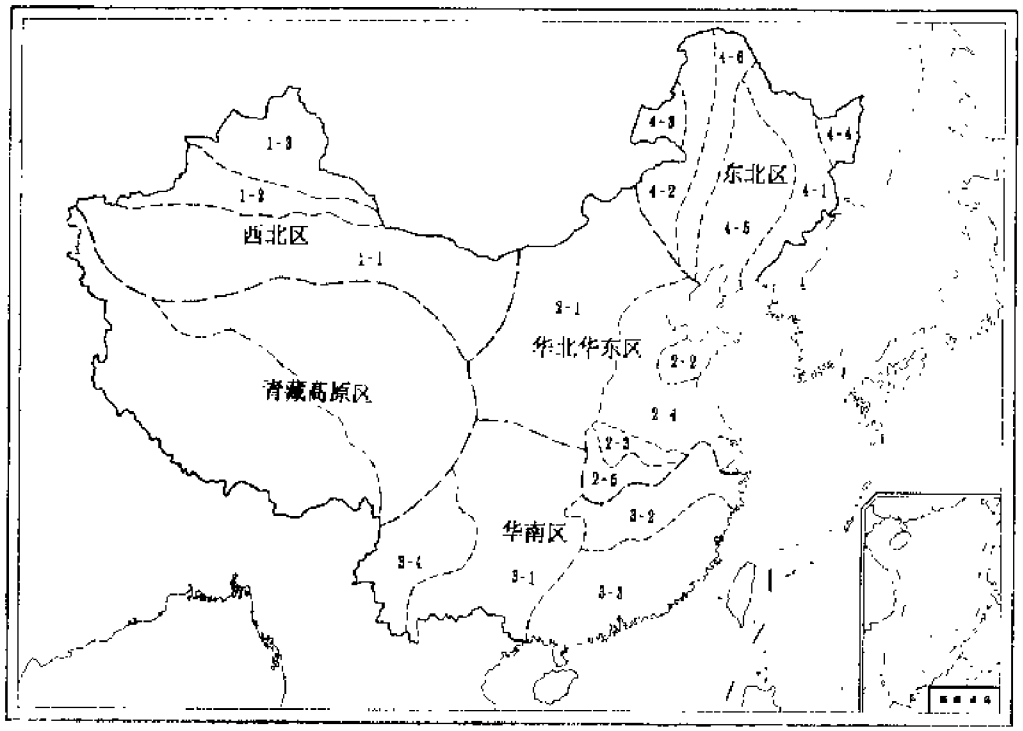

图 1—2　全国航卫片地质解译程度概略区划图

表 1—1　全国航卫片国土覆盖率及地质可解程度概略分区

区划代码	地区名称	面积 (km^2)	地质可解度	影像资料覆盖率				
				MSS	TM	黑白航片	彩色及彩红外②	多光谱及热红外
Ⅰ	西北区	174万	最高（一级）	100%	≈85%①	100%	39.02%	部分地区
Ⅱ	华北华东区	240万	高（二级）	100%	100%	100%	15.77%	部分地区
Ⅲ	华南区	265万	高一中等（一—二级）	100%	100%	100%	11.46%	部分地区
Ⅳ	东北区	90万	中等一较差（三级）	100%	100%	100%	23.37%	部分地区
Ⅴ	青藏区	192万	中等一极差（四—五级）	100%	80%	100%	14.96%	无

① 为我国北京地面所能接收到的

② 据地矿部遥感中心资料统计，资料截止到1991年底

2-3，2-4）。覆盖类型以灌丛林地为主，其次为黄土和残坡积物。在山前及平原区对隐伏构造的解译分析显示出遥感技术的优势。胶东、大别山、北京北部山区—冀东深变质岩发育区可解程度较低。

Ⅲ．华南区：为亚热带—温湿带气候区，植被发育、岩石裸露程度低。长江中下游（见图1—2：3-2）、巴东鄂西、云贵高原碳酸盐岩地区（见图1—2：3-4）地质可解程度可达一级至二级，南岭侵入岩带一般可达二级（见图1—2：3-1），东南沿海火山岩带则多属三级（见图1—2：3-3）。

Ⅳ．东北区：为干旱—半干旱气候区。大兴安岭（见图1—2：4-5）及辽东区（见图